



LAUREA
AMMATTIKORKEAKOULU
Yhdessä enemmän

Järvenpään kaupungin kiinteistöautomaation valvontasovellusten kehittäminen

Lehtonen, Esa

2017 Laurea



Laurea-ammattikorkeakoulu

Järvenpään kaupungin kiinteistöautomaation valvontasovellusten kehittäminen

Esa Lehtonen
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma
Opinnäytetyö
Huhtikuu, 2017

Esa Lehtonen

Järvenpään kaupungin kiinteistöautomaation valvontasovellusten kehittäminen

Vuosi 2017

Sivumäärä 30

Järvenpään kaupungin toimeksiannosta opinnäytetyössä selvitettiin eri vaihtoehdot kiinteistöautomaation virtuaalisoinnille sekä niiden kustannukset. Järvenpään kaupungin kiinteistöhuollossa oli tarve dokumentille, jossa kuvataan automaatiojärjestelmien nykyinen tilanne ja virtuaalisoinnin eri mahdollisuudet.

Tutkimus rajattiin kiinteistöautomaatiopalvelimiin ja -sovelluksiin. Tutkimuksen teoriaosuus sisältää olennaista perustietoa kiinteistöautomaatiosta, virtuaalisoinnista, etäkäytöstä sekä tietoturvasta.

Tutkimuksessa käytettiin toimintatutkimusta, joka kuuluu kvalitatiiviseen eli laadulliseen tutkimusmenetelmään. Toimintatutkimuksessa tutkija toimi konsultin roolissa rakentaen testi ympäristön ja tutkien eri virtuaalisointivaihtoehtoja. Tutkimuksessa kartoitettiin nykyisten kiinteistöautomaatiopalvelimien ja ohjelmien nykytilanne sekä niiden mahdolliset puutteet ja ongelmat. Kartoituksen ja asiantuntijahaastattelujen perusteella selvitettiin eri vaihtoehdot kiinteistöautomaatiopalvelimien virtuaalisointiin.

Tutkimuksen asiantuntijahaastattelujen perusteella päädyttiin kolmeen eri mahdolliseen vaihtoehtoon kiinteistöautomaatiopalvelimien virtuaalisoinnissa. Vaihtoehtoista tehtiin testi ympäristöt, joissa selvitettiin mahdollisia tulevia ongelmia. Testiympäristössä saatiin myös selville virtuaalisointiin kulunut aika, jota käytettiin osana kustannuslaskelmaa. Lopulliset kustannukset eri vaihtoehdoille saatiin asiantuntijoiden haastattelujen ja testiympäristön tietojen perusteella.

Tutkimuksessa selvisi, että kaikki kolme vaihtoehtoa on mahdollista toteuttaa. Todettiin myös, että eri vaihtoehtojen toteutuksessa ja kustannuksissa syntyy eroja toimintatapojen ja lisenssien vuoksi. Tutkimuksessa konsultin roolissa toiminut tutkija suositteli mielestäänä parasta mahdollista vaihtoehtoa toimeksiantajalle. Tässä vaihtoehdossa on huomioitu automaatiojärjestelmän yhteensopivuus ja monipuolisuus. Lopullisen vaihtoehdon valinta jää kuitenkin toimeksiantajalle.

Asiasanat: virtuaalisointi, kiinteistöautomaatio, tietoturva

Esa Lehtonen

Real estate surveillance automation development for the City of Järvenpää

Year	2017	Pages	30
------	------	-------	----

This thesis was commissioned by Järvenpää City to establish the needs of their real estate services. The research clarified different options for virtualization of building automation including the costs. The research was limited to the virtualization of a server in the real estate services. The theoretical framework includes building automation, virtualization, remote connections and system security.

This thesis was implemented as qualitative research with the author acting as a consultant. This research surveyed the present situation of the building automation servers and the possible flaws and problems. The different options for virtualization of the building automation were clarified on the grounds of a survey and interviews.

The research found three possible options for the virtualization of the building automation. The different options were tested in a lab to clarify problems that might occur. The testing of the different virtualization options clarified the amount of time used in costing. The costs of the different virtualization options were based on the research findings.

It was established that all three options were practical and viable. However, the research showed that they had varying implementation methods and costs. The best solution from the author's point of view was suggested to the commissioner who will make the final decision.

Keywords: virtualization, real estate service, system security

Sisällys

1	Johdanto	6
2	Tutkimuksen lähtökohdat	8
2.1	Toimeksiantaja	8
2.2	Tutkimuksen osapuolet	8
2.3	Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset	9
3	Kiinteistöautomaatio	9
4	Virtuaalisointi	10
5	Etäkäyttö	11
6	Tietoturva	11
7	Tutkimusmenetelmät	13
7.1	Tutkimusmenetelmä	13
7.2	Validiteetti ja reliabiliteetti	14
8	Tutkimuksen toteutus	15
8.1	Nykytilanteen kartoitus	16
8.2	Toiminnan toteutus	20
8.2.1	Vaihtoehto 1:n toteutus	20
8.2.2	Vaihtoehto 2:n toteutus	21
8.2.3	Vaihtoehto 3:n toteutus	22
8.2.4	Kustannukset	22
8.3	Arviointi	24
8.4	Opitun tunnistaminen	25
9	Yhteenveto ja johtopäätökset	25
10	Jatkokehitysehdotukset	26
	Lähteet	27
	Kuviot	29
	Taulukot	30

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin Järvenpään kaupungin kiinteistöautomaation valvontajärjestelmien ja palvelimien nykytilanne. Tutkimus selvitti mitkä ovat eri vaihtoehdot toteuttaa palvelimien virtuaalisointi. Tutkimus tuli toimeksiantona Järvenpään kaupungin kiinteistöhuollon Asla Mustikalta, joka vastasi Järvenpään kaupungin kiinteistöautomaatiikkaan liittyvistä asioista sekä niiden kehittämisestä. Kiinteistöpalvelut ulkoistettiin Mestaritoimintaan vuoden 2015 alussa. Asla Mustikka ei jatkanut Mestaritoiminnan palveluksessa ulkoistamisen jälkeen. Tämän jälkeen tutkimusta jatkettiin Mustikan suunnitelman mukaisesti tietohallintopäällikkö Jarmo Salmisen luvalla.

Tutkimuksen teoriaosuudessa käydään läpi perustietoja kiinteistöautomaatiosta ja virtuaalisoinnista. Etäkäytön ja tietoturvan teoria osuudessa tutkitaan lähemmin niihin liittyviä haasteita ja mahdollisia ongelmia.

Tutkimuksessa käytettiin kvalitatiivista eli laadullista tutkimusmenetelmää. Tutkimuksesta muotoutui toimintatutkimus, jossa tutkija toimi niin sanotun konsultin roolissa. Tutkimuksessa tehtiin kartoitus, jossa nykyisten kiinteistöautomaatiopalvelimien sekä ohjelmien nykytilanne selvitettiin. Kartoituksessa selvisi myös nykytilanteen puutteet ja ongelmat.

Kartoituksen ja asiantuntijoiden haastattelujen perusteella selvitettiin eri vaihtoehdot kiinteistöautomaatiopalvelimien virtuaalisointiin. Tutkimuksessa tehtiin testiympäristöt kaikille mahdollisille vaihtoehdoille. Testiympäristössä selvitettiin mahdollisten vaihtoehtojen virtuaalisoinnissa havaittavia ongelmia, ja mitattiin virtuaalisointiin kuluva aikaa kustannuslaskentaa varten.

Tutkimuksessa saatujen testituloksien, sekä automaatiotoimittajilta saatujen tietojen perusteella, voitiin vertailla eri vaihtoehtoja ja niiden kustannuksia. Tulosten perusteella suositeltiin kahta vaihtoehtoa kiinteistöautomaatiopalvelimien virtuaalisoinnille. Tämä tutkimus oli kartoitus eri vaihtoehdoista ja niiden kustannuksista. Lopullisen päätöksen siitä mikä vaihtoehtoista toteutetaan, tekee toimeksiantajan edustaja.

Käsiteluettelo

Blue screen of death (BSoD) = Windows -käyttöjärjestelmän virheilmoitusruutu.

IDE (Integrated Drive Electronics) = Kiintolevyjen ja optisten asemien liittämiseen tarkoitettu liitännäväylä.

IP osoite = Internetin protokollaosoite, jota käytetään IP-verkkoihin kytkettyjen verkkosovittimien yksilöimiseen.

ISO tiedosto = ISO tiedosto on olemassa olevasta asennus CD/DVD tehty näköistiedosto.

MAC osoite (Media Access Control) = Verkkosovittimen yksilöllinen osoite tietoverkossa.

OS (Operating system) = Käyttöjärjestelmä

SATA(Serial AT Attachment) = Sarjamuotoinen liitäntä kiintolevyjen ja optisten asemien liittämiseen.

Snapshot = Virtuaalisoinissa otettava "valokuva" koneen sen hetken tilasta. Tämä mahdollistaa tähän tilaan palaamisen tarvittaessa.

Terabyte = Tiedon yksikkö. 1 terabyte vastaa 1024 gigabittia

USB (Universal Serial Bus) = Liitäntä oheislaitteiden liittämiseksi tietokoneeseen

VPN (Virtual Private Network) = VPN on tapa, jolla kaksi tai useampia yrityksen tietoverkkoa voidaan yhdistää julkisen verkon läpi samaksi verkoksi.

VLAN (Virtual LAN) = VLAN on tekniikka, jolla fyysinen tietoliikenneverkko voidaan jakaa loogisiin osiin.

2 Tutkimuksen lähtökohdat

Järvenpään kaupungin kiinteistöautomaatiopalvelimien ja sovellusten virtuaalisoinnista keskusteltiin Asla Mustikan kanssa 2014 vuoden keväällä. Asia nousi esille kiinteistöhuollon tarpeesta saada nykyiset palvelimet uudistettua. Vaihtoehtoina olisi ollut nykyisten fyysisten palvelimien uusiminen tai virtuaalipalvelimien tekeminen. Haastattelussa selvisi, että Järvenpään kaupungilla on käytössä neljän eri toimittajan (TAC, Atmostech, Sauter, Honeywell) kiinteistöautomaatiosovellusta ja palvelinta. Näillä neljällä järjestelmällä ohjataan kaupungin kiinteistöjen automaatiota. (Mustikka 2014.)

2.1 Toimeksiantaja

Toimeksiantaja Järvenpään kaupunki on noin 41 500 asukkaan, pinta-alaltaan 37,54 neliökilometrin kokoinen kunta. Järvenpään kaupungilla työskentelee noin 2 300 työntekijää, jotka huolehtivat kuntalaisten palveluista. (Järvenpää 2017.) Järvenpään kaupungilla on omistuksessaan n.150 kiinteistöä, joita suurinta osaa ohjataan kiinteistöautomaatiosovelluksella (Kiinteistöt 2017).

Tutkimuksen alussa kiinteistöautomaatiojärjestelmistä vastasi kaupungin oma kiinteistöhuolto-osasto. Vuoden 2014 lopussa kaupunki teki organisaatiomuutoksen, jolla kiinteistöjen huolto sekä ylläpito ulkoistettiin Mestaritoiminta Oy:lle. Mestaritoiminta Oy on perustettu vuonna 2008. Pääomistaja 57:n % prosentin osuudella on Järvenpään kaupunki. Loput 43 % omistaa Järvenpään Mestariasunnnot Oy. Mestaritoiminnan palveluihin kuuluu Järvenpään kaupunkikonsernin huolto- ja ylläpitopalvelut, kiinteistöjen jalostuspalvelut sekä uudis- ja korjausrakentaminen. (Mestaritoiminta 2015.)

2.2 Tutkimuksen osapuolet

Tutkimukseen osallistuvia osapuolia Järvenpään kaupungin lisäksi ovat KUUMA-ICT ja kiinteistöautomaatiotoimittajat. Järvenpään kaupunki hankkii ICT palvelunsa Keski-Uudenmaan informaatioteknologia Oy:ltä eli KUUMA-ICT:ltä. KUUMA-ICT on julkisomisteinen yhtiö, jonka ovat perustaneet ja omistavat Hyvinkään, Järvenpään ja Keravan kaupungit sekä Mäntsälän kunta. Kuntien omistusosuus määräytyy suhteessa kuntien asukasluukuun. Yhtiö toimii toiminnallisesti ja taloudellisesti järkevästi sekä kannattavasti omakustannusperiaatteella, eikä yhtiön tarkoituksena ole tuottaa voittoa yhtiön osakkeenomistajille. KUUMA-ICT tuottaa ja järjestää osakaskuntien käyttöön erilaisia informaatio- ja viestintäteknologiapalveluita. Tuotettavista palveluista on sovittu kuntien kanssa tehdyissä palvelusopimuksissa. Palvelut on kuvattu sopimuksessa, jossa on myös sovittu työn- ja vastuunjaosta eri palvelujen tuotannossa. (KUUMA-ICT 2017.)

Järvenpään kaupunki hankkii kiinteistöautomaatiosovellusten ylläpidon ja päivittämisen automaatiotoimittajilta. Automaatiojärjestelmien toimittajat ovat Adconsys Oy, joka vastaa Sauter-järjestelmän ylläpidosta, MIK-Automaatio Oy, joka vastaa Honeywell-järjestelmän ylläpidosta ja Schneider Electric Oy, joka vastaa TAC- sekä Atmostech-järjestelmän ylläpidosta. (Mustikka 2014.)

2.3 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

Tutkimuksen tavoitteena saadaan toimeksiantajalle dokumentti, jossa kuvataan nykyiset automaatiojärjestelmät sekä niiden virtuaalisoinnin mahdollisuudet ja haasteet. Tutkimuksessa tutkitaan lisäksi automaatiopalvelimien virtuaalisointiin liittyviä kustannuksia.

Tutkimus rajataan kiinteistöautomaatiopalvelimien virtuaalisointiin. Kiinteistöautomaatiotekniikkaan liittyviä järjestelmiä ei käydä läpi tutkimuksessa kuin perustasolla.

3 Kiinteistöautomaatio

Automatiikassa on kyse tietyn asian tai toiminnon automaattisesta ohjaamisesta niin, että se ei vaadi henkilön paikallaoloa. Automatiikassa säätölaitteille on ohjelmoitu asetukset ja arvot, joiden mukaan automatiikka toimii. Esimerkiksi kun ulkolämpötila muuttuu kylmemmäksi osaa automatiikka automaattisesti lisätä taloon lämpöä. Talon sisälämpötila pysyy noin 20 - 21 asteessa ulkolämpötilasta riippumatta. Kiinteistöautomaatiikan tehtävä on valvoa ja ohjata kiinteistöissä muun muassa ilmanvaihtoa, jäähdytystä, lämmitystä, valoja ja hälytyksiä. (Suomäki & Vepsäläinen 2013, 9-17.)

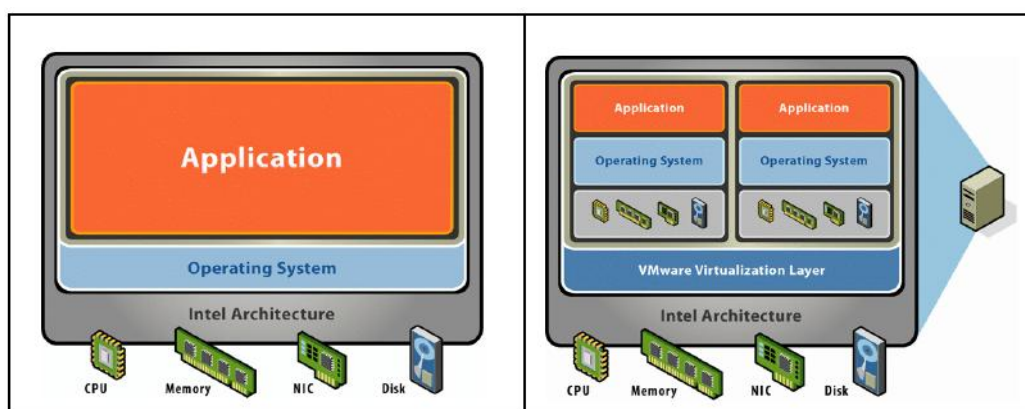
Kiinteistöautomaatiikan valvonnalla tähdätään talon energiatehokkuuteen sekä valvomaan järjestelmän häiriötilanteita. Kiinteistöjärjestelmiä on olemassa avoimia ja suljettuja järjestelmiä. Avoimessa järjestelmässä on kyse talossa olevien antureiden, moottoriventtiilien ja muiden laitteiden muodostamasta moduulista. Moduuli toimii itsenäisenä yksikkönä ja se voi ohjata tai ottaa vastaa käskyjä toisilta moduuleilta, jotka ovat samassa kiinteistöverkossa. Avoimessa järjestelmässä ei ole keskusvalvomoa (tietokone + sovellus), jonka kautta niitä ohjattaisiin. (Suomäki & Vepsäläinen 2013, 9-17.)

Suljetussa järjestelmässä on keskusvalvomo, joka koostuu tietokoneesta ja siihen asennetusta valvonta- ja ohjaus -ohjelmasta. Keskusvalvomo ohjaa yhtä tai useampaa valvonta-alakeskusta (VAK). Anturit, moottoriventtiilit ja muut laitteet on kytketty valvonta-alakeskukseen. Näin keskusvalvomon kautta pystytään ohjamaan ja tarkkailemaan kiinteistöautomaation toimintaa. (Suomäki & Vepsäläinen 2013, 9-17.)

4 Virtuaalisointi

Virtuaalisoinnilla tarkoitetaan yleisesti tekniikkaa, jolla jokin fyysinen resurssi voidaan muuntaa niin, että se toimii loogisena resurssina. Näin ollen resurssin sijainnilla ei ole merkitystä. Esimerkkinä voisi ajatella palvelinsalia, jossa jokaisessa palvelimessa toimii jokin palvelu. Palvelimen hajotessa siinä oleva palvelu ei enää toimi. Virtuaalisoinnissa tehdään yleensä useita peilattuja palvelimia, joilla pyritetään useita palvelimia/palveluja. Yhden virtuaalipalvelimen hajotessa pystytään käynnistämään toimimattomat palvelimet/palvelut toisella virtuaalipalvelimella. Yleensä yhteen fyysiseen palvelimeen ei asenneta kuin tiettyjä palveluja. Esimerkiksi tietokantapalvelin toimii vain tietokantapalveluna ja web-palvelin web-palveluna. Näin ollen fyysisen palvelimen resursseja ei käytetä koko kapasiteetilla, vaan palvelimet toimivat ainoastaan puoliteholla. Virtuaalisoinnissa virtuaalipalvelimien resurssit pystytään hyödyntämään, ja niiden kuormaa voidaan jakaa usean virtuaalipalvelimen kesken. Virtuaalisoinnin etuina tulevat vikasietoisuus sekä tilan, energian ja kustannuksien säästäminen. (Wallen 2013.)

Kuviossa 1 on VMwaren periaatekuva fyysisen palvelimen ja virtuaalisoidun palvelimen erosta (Kuvio 1). Kuviossa vasemmalla on fyysinen palvelin, joka toimii Intel arkkitehtuurialustalla (Intel Architecture). Palvelimessa on oma prosessori (CPU), muisti (Memory), verkkokortti (NIC) ja kiintolevy (Disk). Palvelimessa on käyttöjärjestelmä (Operating System), jonka päällä ajetaan ohjelmia (Application). Kuviossa oikealla on yksi fyysinen palvelin, joka jakaa samat laitteistoresurssit virtuaalikoneiden kanssa käyttäen hyödyksi VMwaren-virtuaalisointikerrosta (VMware Virtualization Layer). Virtuaalipalvelimella voidaan ajaa useampaa käyttöjärjestelmää samanaikaisesti eli samalla fyysisellä palvelimella voidaan tuottaa useampia palveluita. Näin hyödynnetään kaikki fyysisen virtuaalipalvelimen resurssit. Vasemmalla puolella ilman virtuaalisointia voidaan ajaa vain yhtä käyttöjärjestelmää ja näin ollen vain yhteen käyttötarkoitukseen tehtyä palvelua. (Nha 2012.)



Kuvio 1. Virtuaalisoinnin periaate. (Nha 2012)

5 Etäkäyttö

Etäkäytöllä tarkoitetaan tietojärjestelmien käyttöä järjestelmän ulkopuolisesta verkosta. Työntekijälle on pääsy organisaation ulkopuolisesta verkosta organisaation sisäiseen verkkoon. Tällä mahdollistetaan työryhmäpalveluiden käyttö järjestelmän ulkopuolisesta verkosta. (Vahti 2012.)

Automaatiojärjestelmien etäkäytön tarkoitus on luoda turvallinen yhteys ulkopuolisesta verkosta automaatiopalvelimiin. Näin päästään hallitsemaan automaatiolaitteita automaatiojärjestelmän kautta. Tähän tarkoitukseen voidaan käyttää joko etäkäyttöön tarkoitettua ohjelmaa tai yhteys voidaan tehdä web-selaimella toimivaksi esimerkiksi hyödyntäen Cisco F5 järjestelmää. Ciscon F5 järjestelmällä luodaan web-sivu, johon käyttäjä kirjautuu saaduilla tunnuksilla. Kirjautumiseen on määritetty Ciscon F5 käynnistämään kyseiselle käyttäjätunnukselle esimerkiksi etähallintaohjelma automaatiopalvelimelta. Ciscon F5 järjestelmä luo salatun tietoliikenneyhteyden käyttäjän laitteen ja automaatiopalvelimen välille. Salatulla tietoliikenneyhteydellä suojataan ulkopuolisilta pääsy järjestelmään. (F5 2006.)

Etähallittuihin yhteyksiin löytyy nykypäivänä edullisia, helppoja ja turvallisia ratkaisuja, jotka eivät vaadi ICT-osastoilta suuria muokkauksia tietoliikenneverkkoihin. Yhtenä hyvänä esimerkkinä tästä on suomalaisten kehittämä Tosibox-tuote. Tosibox luo salatun tietoliikenne-yhteyden Tosibox-päätelaitteen ja tietokoneessa olevan USB-väylään kytkettävän Tosibox-avaimen välillä. Tosibox-päätelaite ja avain konfiguroidaan laitepariksi. Näin yhteyden Tosibox-päätelaitteeseen saa vain kyseisellä avaimella. Laite vaatii yhteyden Internetiin ja kytkemisen automaatiopalvelimeen. Turvallisessa etäkäytössä tärkeintä on saada luotua suojattu yhteys ja tunnistautumismenetelmä, jolla käyttäjä pystytään todentamaan. (Tosibox 2015.)

6 Tietoturva

Tietoturvan tavoitteena on varmistaa tiedon eheys, luottamuksellisuus ja käytettävyys. Tällä pyritään takaamaan palvelutuotannon ja muiden toimintojen luotettavuus, jatkuvuus sekä laatu. Tietoturvassa huomioonotettavia osa-alueita ovat toimitilojen, henkilöstön, tietojärjestelmien, tietoliikenteen, laitteiston ja ohjelmiston käyttöturvallisuus. Tietojen turvallisuudesta on huolehdittava niin asiakirjojen kuin tietotekniikan avulla tapahtuvassa tietojenkäsittelyssä. Tietoturvan tavoitteena on estää tiedon tuhoutuminen, tiedon muuttuminen tai tiedon väärin käsiin joutumisen. Tietoturvassa huolehditaan kaikista tiedon olomuodoista koko tiedon elinkaaren ajan. (Vahti 2013.)

Vielä jonkin aikaa sitten automaatiolaitteiden tietoturvaa pidettiin hyvänä, koska järjestelmät tehtiin pääsääntöisesti omaan automaatio VLAN-tietoliikenneverkkoon. Verkosta ei yleensä tehty pääsyä internetiin. Näin verkko saatiin hyvinkin tietoturvalliseksi. Vuonna 2010 tuli julkisuuteen ensimmäinen tietokonevirus, joka oli suunniteltu pelkästään automaatiojärjestelmille. Kyseessä oli Stuxnet-virus, joka saastuttaessaan tietokoneen tutkii ensiksi kenen valmistajan automaatiojärjestelmiä on käytössä. Virus etsi nimenomaan Siemensin tekemiä laitteita, joita oli käytössä Iranin ydinalaitoksessa. Virus hyödynsi Siemensin järjestelmässä olevaa virhettä, jolla se pystyi sabotoimaan käytössä olevia taajuusmuuntajia ja näin lamauttamaan Iranin ydinalaitoksen toiminnan. Tässä tapauksessa Iranin ydinvoimalan automaatiojärjestelmät eivät olleet kytketty internetiin vaan olivat omassa automaatio VLAN-verkossa. Virus kulkeutui automaatiojärjestelmään automaatiojärjestelmässä olevan ohjaus PC:n kautta USB-tikun tai muun median mukana. (Kushner 2013.)

Nykyään yhä useammat automaatiolaitteet ja -järjestelmät halutaan etähallittavaksi. Tämä tuo lisää haasteita automaatiotoimittajille. Miten tehdään järjestelmästä tarpeeksi tietoturvallinen? Vaikka uuden automaatiojärjestelmän käyttöönottoaiheessa järjestelmä olisi tietoturvallinen, pitää myös jatkossa huolehtia sen turvallisuudesta. Ohjelmia ja laitteita on päivitettävä, jotta järjestelmä pysyy tietoturvallisena. Internetiin on kytketty laitteita, joiden tietoturvasuojaukset ovat vajavaisia. Shodan nimisellä ohjelmalla pystymään etsimään laitteet, joissa on puutteellinen tietoturva. Nämä laitteet ovat alttiita luvattomalle käyttönotolle ja suuri houkutus hakkereille. Suurin osa näin löydetystä laitteista on webkameroita, älytelevisioita ja muita kodinkoneita. Ohjelma löytää myös tietoturvattomia tietoliikennelaitteita, joiden kautta hakkerit pääsevät käsiksi esim. automaatiojärjestelmiin. (Miessler 2015.)

Virtuaalisoitua ympäristöä koskee samat tietoturvasäännöt kuin mitä tahansa palvelinympäristöä. Virtuaalisoinnin ongelma on nimenomaan siitä saatavat hyödyt eli fyysisen palvelimen resurssien jakaminen. Käytettäessä samaa virtuaalista palvelinalustaa käytetään samalla myös palvelimen samoja fyysisiä komponentteja esim. verkkokortti, kiintolevy, muistit yms. Tämä ei ole niinkään suuri ongelma, jos yrityksellä on oma fyysinen virtuaalipalvelin, jota hallinnoi yrityksen oma tietohallinto. Ongelmaksi tietoturvan kannalta tulevat ulkoistetut moniasiakas-ympäristössä toimivat virtuaalipalvelimet. Moniasiakas-ympäristössä on suositeltavaa virtuaalipalvelimen tietojen sekä tietoliikenteen salaaminen. Tällä varmistetaan tiedon eheys ja luotamuksellisuus. (Simula 2009.)

Virtuaalisoinnissa etuna on virtuaalipalvelimien vikasietoisuus. Havaittaessa virheellisesti toimiva virtuaalipalvelin, voidaan se palauttaa toimintakuntoon "snapshot" toiminnolla. Tämä on virtuaaliohjelmassa oleva toiminto, joka mahdollistaa palvelimen palauttamisen nopeasti toimintakuntoiseksi luodusta palautuspisteestä. (Simula 2009.)

7 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksella on jokin tehtävä tai tarkoitus. Tutkimuksen tehtävänä on kartoittaa, ennustaa, kuvailla tai selittää tutkittavaa asiaa. Tutkimuksen tarkoitus voi muuttua tutkimuksen aikana ja tutkimuksessa voidaan tutkia useampaa asiaa. (Hirsjärvi ym. 2001, 127.)

Tutkimusmenetelmä on asia, jolla pyritään havainnoinnin ja tarkkailun avulla keräämään aineistoa tutkimusta varten. Valittu tutkimusmenetelmä yleensä ohjaa minkälaista tietoa halutaan kerätä. (Hirsjärvi ym. 2001, 170-171)

7.1 Tutkimusmenetelmä

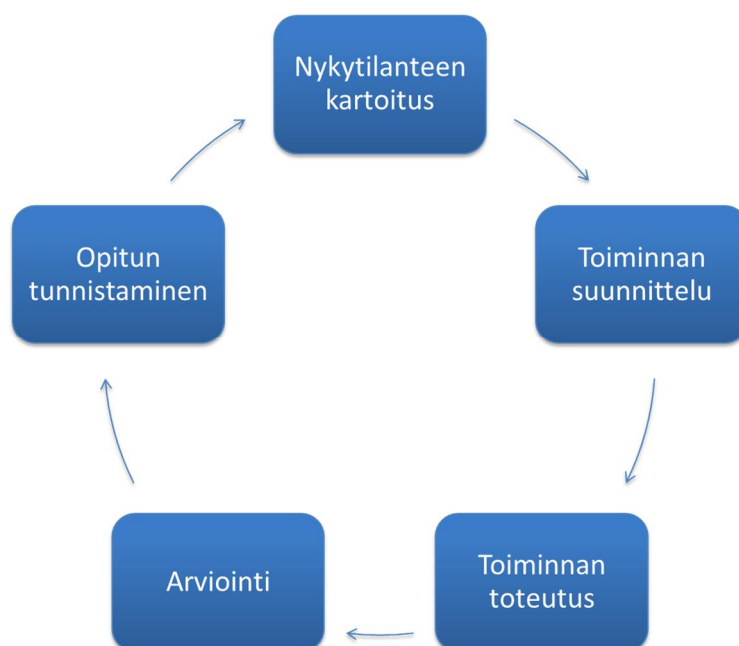
Kvantitatiivinen tutkimus on niin sanottu määrällinen tutkimusmenetelmä. Määrällisessä tutkimuksessa on kyse enemmän kerätyn aineiston vertailusta ja saatujen tulosten tutkimisesta. Siinä pyritään keräämään mahdollisimman paljon aineistoa, josta mitataan ja analysoidaan tulokset. Tutkija tekee johtopäätöksiä tutkimustuloksien perusteella. (Kananen 2008, 10-11.)

Kvalitatiivinen tutkimusmenetelmä on niin sanottu laadullinen tutkimusmenetelmä. Laadullisessa tutkimuksessa selvitetään ja pyritään ymmärtämään tutkittavan aiheen toimintaa aidoissa tilanteissa. Laadullisessakin tutkimuksessa aineistoa kerätään ja analysoidaan. Siinä tutkija pystyy osallistumaan tutkimukseen niin sanotun konsultin roolissa. Laadullisessa tutkimuksessa hyödynnetään usein haastatteluja tiedonkeruu menetelmänä. (Heikkilä 2004, 16-18.)

Alkuperäisenä suunnitelmana oli toteuttaa opinnäytetyö projektityönä. Järvenpään kaupunki oli varannut määrärahat sekä henkilöresurssit projektille. Projektille oli määritelty kiinteä tavoite ja sen toteuttaminen olisi ollut ainutkertainen sekä edustanut hyvin rajattua ja määriteltyä toimintaa. Projekti olisi suunniteltu hyvin ja olisi pyritty pitämään kiinni aika- ja budjettiresursseista. Projektiin oli sitouduttu ja suunnitelma oli tehty yhteistyössä Asla Mustikan kanssa. Projektin aikana kehitetty uusi järjestelmä olisi jäänyt osaksi normaalia käytäntöä. Opinnäytetyössä olisi toteutunut kaikki edellä mainitut projektityön tunnusmerkit. (Paasi-vaara, Suhonen & Virtanen 2011, 17-18). Organisaatiomuutoksen vuoksi tutkimusta ei pystytty toteuttamaan projektina, koska projektin tunnusmerkit eivät enää täyttyneet.

Tutkimuksessa käytettiin tutkimusmenetelmänä toimintatutkimusta, joka kuuluu laadulliseen tutkimusmenetelmään. Tämä tutkimusmenetelmä sopi hyvin kyseiseen tutkimukseen, koska siinä pyritään löytämään ongelmaan ratkaisu ja sitä kautta saamaan muutoksia toimintaan. (Kananen 2014, 27-28). Toimintatutkimuksen lähtökohtiin kuuluu myös reflektiivinen ajattelu, jolla pyritään uusien asioiden ja toimintojen ymmärtämisen kautta kehittämään toimintaa. Tutkimuksessa tutkija toimi niin sanotusti konsultin roolissa. (Aalto & Valli 2010, 219.)

Toimintatutkimuksessa käytetään Susman & Evered (1978) kehittämää kehityssykliä, jonka vaiheet ovat mallinnettu kuviossa (Kuvio 2).



Kuvio 2. Toimintatutkimuksen kehityssykli

Kuviossa kaksi esitetty kehityssykli toteutuu tutkimuksessa. Nykytilanteen kartoituksessa (diagnosing) tehdään nykyisten kiinteistöautomaatiopalvelimien ja sovellusten kartoitus. Toiminnan suunnittelussa (action planning) selvitetään eri vaihtoehdot palvelimien virtuaalisoinnille. Toiminnan toteutuksessa (action taking) luodaan eri vaihtoehdoille testiympäristö mahdollisuuksien mukaan. Arvioinnissa (evaluating) arvioidaan eri vaihtoehtojen hyödyt ja haitat suhteessa vanhaan järjestelmään. Opitun tunnistamisessa (specifying learning) on loppuyhteen-veto tutkimuksesta. (Susman & Evered 1978.)

7.2 Validiteetti ja reliabiliteetti

Validiteetti tarkoittaa tutkimuksen pätevyyttä eli mitä tutkimuksella on tarkoitus selvittää. Validiteetin arvioinnissa verrataan tutkimuksen tutkittua tietoa todelliseen tietoon tutkittavasta asiasta. Validiteetin arviointi huomioi myös kuinka hyvin käytetyt tutkimusmenetelmät vastaavat tutkittua asiaa. (Hirsjärvi ym. 2001, 213-215.)

Reliabiliteetti tarkoittaa tutkimuksessa käytettävien menetelmien luotettavuutta, jotta ei tulisi sattumanvaraisia tuloksia. Tutkimuksessa käytettävien mittauslaitteiden mittavirhe huomioidaan ja mittauksen luotettavuus arvioidaan esim. toistomittauksilla. (Hirsjärvi ym. 2001, 213-215.)

8 Tutkimuksen toteutus

Tutkimuksessa tehtiin Järvenpään kaupungin kiinteistöautomaatiopalvelimien ja ohjelmien lähtökartoitus, jolla selvitettiin nykyisten järjestelmien tilanne. Tutkimuksessa tutkittiin eri vaihtoehtoja nykyisten palvelimien siirrosta virtuaalipalvelimille. Tässä vaiheessa oltiin yhteydessä Järvenpään kaupungin kiinteistöautomaatiotoimittajiin, joiden yhteystiedot saatiin Asla Mustikalta (Mustikka 2014).

Virtuaalisoinnin mahdollisuuksista ja eri vaihtoehtoista keskusteltiin KUUMA-ICT (ent. TIPAKE) asiantuntijan Timo Ritarin kanssa. Timo Ritarilla on pitkä kokemus palvelinympäristöstä sekä virtuaalipalvelimista. Ritarin toimenkuvaan kuuluu KUUMA-ICT virtuaalipalvelimien tuottaminen asiakaskunnille. Haastattelussa keskusteltiin palvelinsalien vaatimuksista, levyjärjestelmistä, virtuaalisoinnista sekä varmistuksista. Haastattelun yhteydessä käytiin tutustumassa KUUMA-ICT palvelinsaliin. Haastattelun perusteella selvitettiin mahdolliset vaihtoehdot palvelimien virtuaalisoinnille. Tämän perusteella voitiin lähteä toteuttamaan testiympäristöjä kyseisille vaihtoehtoilta. (Ritari 2015.)

Kiinteistöautomaatiotoimittajiin oltiin yhteydessä sähköpostitse. Sähköpostissa kyseltiin eri vaihtoehtojen toteutuksen tuntiarviota sekä kustannuksia. Jokainen automaatiotoimittaja tavoitettiin, mutta vain osalta saatiin arvio kuluva ajasta sekä kustannuksista. Kiinteistöautomaatiopalvelimien virtuaalisoinnista haastateltiin Kimmo Savirantaa MIK-automaatiosta. Haastattelussa selvisi mahdolliset tulevat ongelmat ohjelmien lisenssin ja jatkohälytyksien kanssa (Saviranta 2015). Mahdollisen uuden kiinteistöjärjestelmän hankkimisesta haastateltiin Jussi Alasta Honeywell yhtiöstä. Haastattelun aikana tutustuttiin Honeywell yhtiön CentraLine tuotteeseen. Haastattelun yhteydessä saatiin demoversio kyseisestä ohjelmasta. (Alanen 2015.)

Tutkimuksessa eri vaihtoehtojen kustannukset laskettiin sovellustoimittajilta saatujen hintojen mukaan. KUUMA-ICT hinnat laskettiin sovitun voimassaolevan palvelusopimuksen hintojen mukaisesti. Osalta sovellustoimittajista ei saatu hintatietoja useista yhteydenotoista huolimatta.

8.1 Nykytilanteen kartoitus

Järvenpään kaupungin kiinteistöautomaatiikan käytössä on neljän eri valmistajan valvomosovelluksia: TAC, Atmostech, Sauter ja Honeywell. Aikoinaan kyseisten järjestelmien hankintavaiheessa ei ole ollut mahdollista hankkia yhtä kiinteistöautomaatiovalvontajärjestelmää. Näin ollen jokaiselle kiinteistöautomaatiovalvontasovellukselle on jouduttu hankkimaan oma fyysinen tietokone, jossa valvontasovellus toimii palveluna. Kyseessä olevat kiinteistöautomaatiikan järjestelmät sijaitsevat Järvenpään teknisessä toimessa, erillisessä huoneessa. Huoneessa ei ole palvelintiloihin sopivaa jäähdytystä, sammutus- tai tietoturvajärjestelmiä. Varmistusajoja nykyisistä järjestelmistä ei ajeta. (Mustikka 2014.) Kuviossa 3 on esitetty lähtökartoituksessa todettu nykyisten kiinteistövalvontapalvelimien tilanne (Kuvio 3).



Kuvio 3. Kiinteistöautomaatiopalvelimien lähtötilanne.

Järvenpään kaupungin nykyisessä kiinteistöautomaatiikkajärjestelmässä yhden palvelimen hajoaminen vaatisi uuden palvelimen hankinnan sekä ohjelmatoimittajan tekemän järjestelmän uudelleenasennuksen. Näin kyseiseen kiinteistövalvontaan tulisi käyttökatkos. Kiinteistöautomaatiopalvelimet toimivat nyt omassa VLAN-tietoliikenneverkossa, eivätkä näin ole yhteydessä internetiin. Tämän takia käyttöjärjestelmien päivitykset ja virustorjuntaohjelmat eivät ole ajan tasalla. Automaatio VLAN-verkon ollessa eristetty muista Järvenpään tietoliikenneverkoista ja internetistä on se ollut tietoturvallisesti hyvin suojattu. Tässä järjestelmässä tulevat kuitenkin ongelmaksi ulkoiset mediat esimerkiksi USB-tikut, CD-levyt ym., joiden kautta voi levitä viruksia tai haittaohjelmia palvelimiin.

Taulukko 1 sisältää nykyisten automaatiopalvelimien kartoituksessa havaitut asiat (Taulukko 1). Taulukosta näkyy, että kaikista palvelimista paitsi TAC palvelimesta olivat takuut jo loppuneet.

Sovellus	Palvelin	Käyttöjärjestelmä	Hankittu	Takuu loppuu
TAC	Dell Optiplex GX520	Windows XP	4.12.2013	4.12.2016
Atmostech	Fujitsu Scenic P300	Windows 2000	17.2.2003	loppunut
Sauter	HP PRO 3500 SERIES	Windows 7 64-bit	20.2.2012	20.2.2014
Honeywell	Dell Optiplex 9020	Windows 7 32-BIT	8.6.2006	7.6.2009

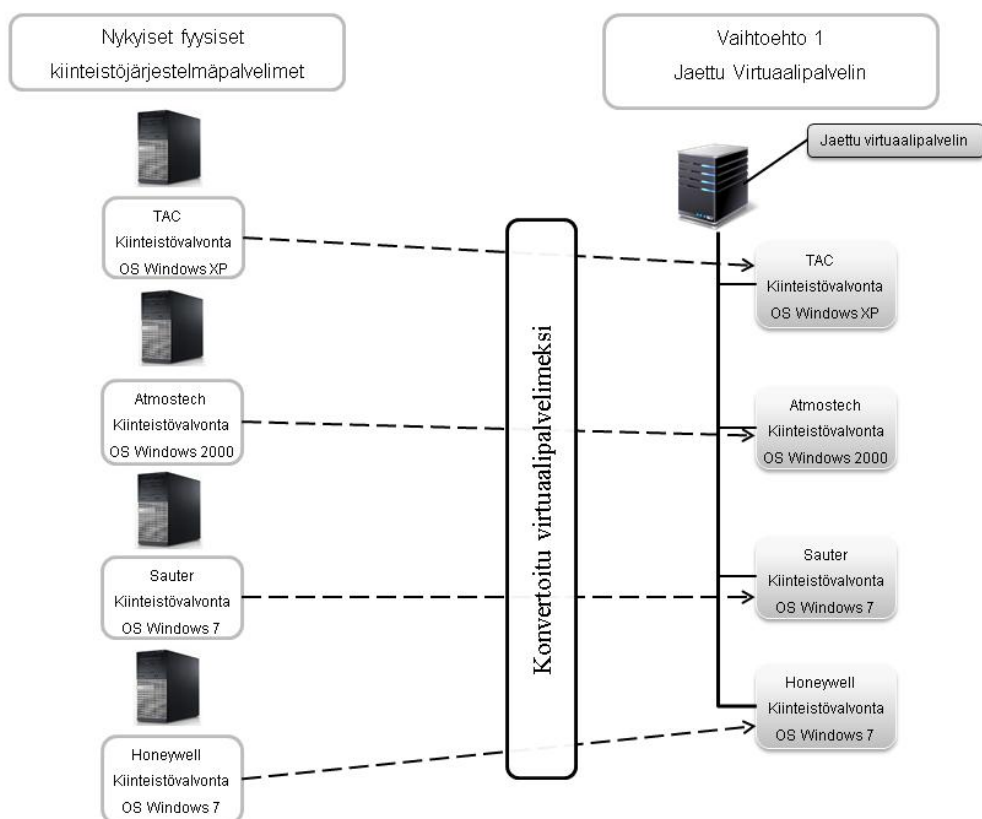
Taulukko 1. Alkukartoitus

Yllä olevan taulukon kaikki järjestelmät on mahdollista virtuaalisoida, mutta Atmostech palvelimessa oleva käyttöjärjestelmä Windows 2000 tuo omat haasteensa. Atmostech vaatii oman käynnistysmedian, josta käyttöjärjestelmä konvertoidaan virtuaaliseen muotoon. Tämä merkitsee sitä, että järjestelmä/palvelu on konvertoitavan ajan pois käytöstä. (Converting 2011.) Muissa yllä olevissa järjestelmissä virtuaalisointi voidaan tehdä suoraan käyttöjärjestelmän ollessa käynnissä, eivätkä ne vaadi käyttökatkoa.

Vaihtoehto 1

Ensimmäisessä virtuaalisoinnin vaihtoehdossa nykyiset kiinteistöautomaatikan tietokoneet kopioidaan virtuaalikoneeksi käyttäen Disk2vhd-ohjelmaa. Ohjelma tekee kopion fyysisestä kiintolevystä ja luo siitä virtuaalikiintolevyn eli tiedoston. Virtuaalikiintolevy voidaan käynnistää missä tahansa virtuaalisovelluksessa.

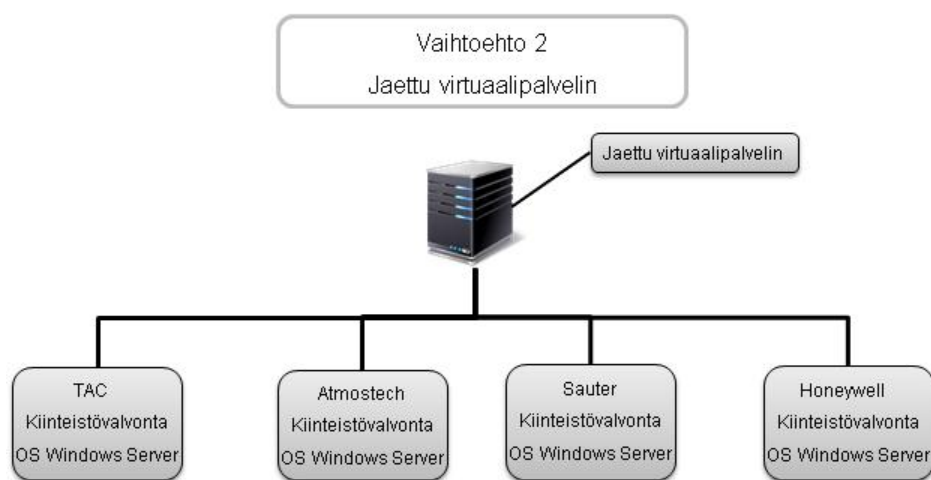
Tutkimuksessa käytettiin Oracle VM VirtualBox ohjelmaa. Windows 2000 kohdalla joudutaan konvertointiohjelmana käyttämään esimerkiksi VMware Converter-ohjelmaa (Converting 2011). Kuviossa 4 on esitetty vaihtoehto 1 virtuaalijärjestelmänä (Kuvio 4).



Kuvio 4. Vaihtoehto 1:n virtuaalijärjestelmä.

Vaihtoehto 2

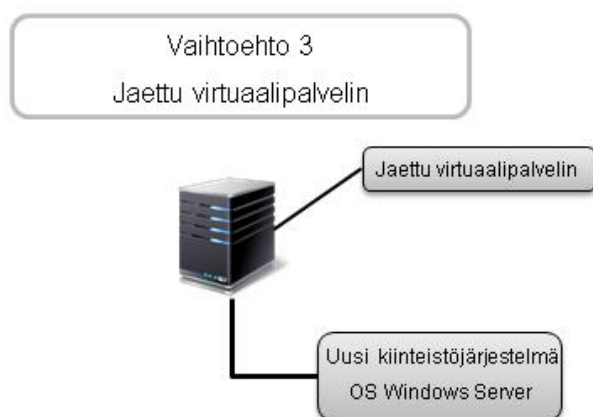
Vaihtoehto kahdessa jokaiselle kiinteistöautomaatikkatoimittajalle tehdään oma virtuaalipalvelin. Sovellustoimittaja asentaa etäyhteyttä käyttäen omat kiinteistöautomaatiojärjestelmänsä koneisiin ja tekee järjestelmään tarvittavat muutokset. Kun järjestelmä on todettu toimivaksi, siirretään vanhoista järjestelmistä tietokannat ja muut tarvittavat tiedostot virtuaalipalvelimelle. Tämän jälkeen vanhat järjestelmät voidaan ajaa alas. Tällä toimintamallilla selvittää hyvin pienellä käyttökatkolla. Uudet järjestelmät ehditään testata ennen niiden käyttöönottoa. Kuviossa 5 on esitetty vaihtoehto kahden virtuaalijärjestelmä (Kuvio 5).



Kuvio 5. Vaihtoehto 2:n virtuaalijärjestelmä

Vaihtoehto 3

Vaihtoehto kolmessa hankitaan uusi kiinteistöautomaatiikkavalvontajärjestelmä, joka pystyy keskustelemaan kaikkien neljän eri valmistajan laitteiden kanssa. Tässä tapauksessa tehtäisiin vain yksi virtuaalipalvelin kyseiselle tuotteelle. Kuviossa 6 on esitetty vaihtoehto 3:n virtuaalijärjestelmä.



Kuvio 6. Vaihtoehto 3:n virtuaalijärjestelmä.

8.2 Toiminnan toteutus

Toiminnan toteutuksessa tehdään testiympäristöt kustakin eri vaihtoehdosta. Samalla voidaan arvioida toteutuksen kustannukset, työmäärä, ongelmakohdat ja ohjelmien toimivuus.

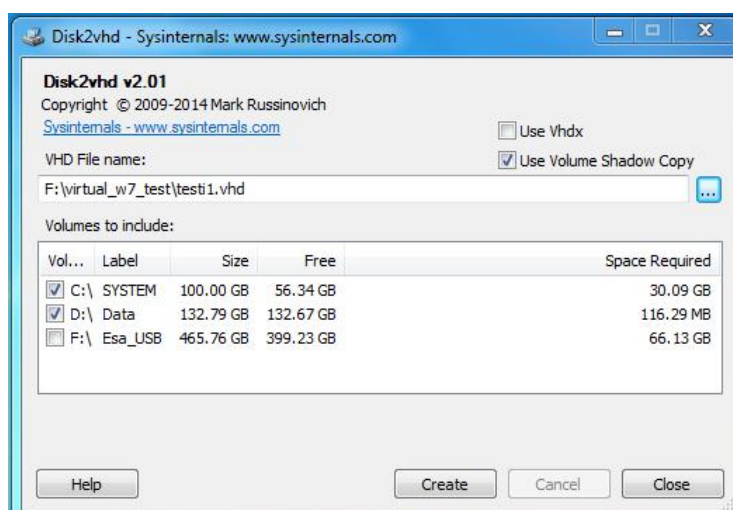
Käytännön toteutuksen osalta käytettiin ilmaisia ohjelmia kuten Microsoft disk2vhd -ohjelmaa, jolla fyysinen kiintolevy voidaan muuttaa virtuaaliseksi kiintolevyksi.

Virtuaalialustana käytetään ilmaista Oracle VM VirtualBox -ohjelmaa. Fyysisenä palvelimena virtuaalialustalle käytettiin tutkijan henkilökohtaista tietokonetta.

8.2.1 Vaihtoehto 1:n toteutus

Vaihtoehdoista ensimmäisen testiympäristössä tehtiin perustyöasemalle Windows 7 64-bit asennus sekä asennettiin oheisohjelmat kuten virustorjunta, Office ym. Asennetussa työasemassa oli keskimäärin sama tietomäärä kuin jokaisessa kiinteistövalvomopalvelimessa. Työasemassa ajettiin Microsoftin Disk2vhd ohjelma, jolla fyysisen kovalevy muutettiin *.vhd tiedostoksi ulkoiselle kiintolevylle.

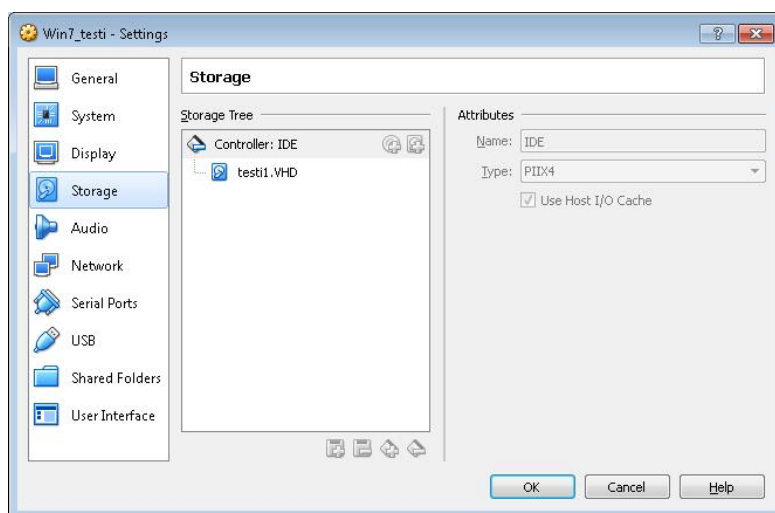
Oracle VM VirtualBox-ohjelma, jolla virtuaalisoitua käyttöjärjestelmää ajetaan, ei tue *.vhdx tiedosto muotoa. Tällä ei ole suurta merkitystä itse virtuaalisoinnin kannalta. Suurin ero vhd- ja vhdx-tiedostomuodossa on, että vhdx tukee 64 terabyte virtuaalikiintolevyä, kun taas vhd tukee vain 2 terabyte virtuaalikiintolevyä (Martin). Tämän takia Disk2vhd ohjelman asetuksista otettiin "Use Vhdx" asetus pois päältä (Kuvio 7).



Kuvio 7. Disk2vhd ohjelman asetukset.

Testiympäristössä perustyöaseman fyysisen kiintolevyn muuttaminen virtuaalimuotoon kesti 40 minuuttia. Tämän jälkeen virtuaalikiintolevyn tiedosto siirrettiin tutkijan tietokoneelle, jossa siitä luotiin virtuaalipalvelin. Tiedoston kopioinnissa ulkoiselta kiintolevyltä tutkijan koneelle meni aikaa 20 minuuttia ja virtuaalipalvelimen tekemiseen 30 minuuttia. Virtuaalipalvelimen tekemisessä havaittiin ongelma sen käynnistämisvaiheessa. Palvelin käynnistyi ja kaatui niin sanottuun blue screen of death ikkunaan.

Blue screen of death ikkuna tulee yleensä Windows:in virhetilanteessa (Microsoft 2017). Aikani asiaa tutkiessani selvisi, että kiintolevy ei toimi Oracle VirtualBox ohjelmassa SATA kiintolevyohjaimella vaan siinä on käytettävä IDE kiintolevy ohjainta (Pereira 2012). Poistin SATA ohjaimen ja lisäsin IDE ohjaimen jonne hain testi.vhd tiedoston kiintolevyksi (Kuvio 8).



Kuvio 8. Oracle VM VirtualBox IDE asetukset.

IDE kiintolevyohjaimen muutoksen jälkeen virtuaalisoitu palvelin käynnistyi. Yhteensä kyseiseen operaation meni 1h 30 min. Neljän kiinteistövalvomopalvelimen virtuaalisointiin menisi siten 6 tuntia, mutta varaisin ainakin kaksi työpäivää eli 16 tuntia, koska Windows 2000 palvelimen virtuaalisointi vaatii erillisiä toimenpiteitä, joissa voi kulua aikaa (Converting 2011).

8.2.2 Vaihtoehto 2:n toteutus

Vaihtoehto kahden toiminnan toteutus tehtiin tekemällä suoraan virtuaalipalvelin Oraclen VirtualBox-ohjelmaan. VirtualBox-ohjelmaan luotiin virtuaalipalvelin, jolle kerrottiin käytettävä käyttöjärjestelmä, virtuaalipalvelimen muistin määrä ja kiintolevyn koko. Asennusmediaksi haettiin virtuaali cd-aseman mediaksi Windows 7 64-bit ISO tiedosto. Tiedosto sisältää Windows 7 asennusmedian. Tämän jälkeen virtuaalipalvelin käynnistettiin ja Windows 7 asennus

aloitettiin. Windows 7 asennuksessa meni aikaa 25 minuuttia. Tämän jälkeen tehtiin jo tehdystä virtuaalipalvelimesta kloonin. (Virtualbox 2015.)

Palvelimen kloonamisessa idea on, että Windows 7 käyttöjärjestelmän asennusta ei tarvitse tehdä uudelleen, vaan jo tehdystä virtuaalipalvelimesta voidaan tehdä kopioita. Uuden virtuaalipalvelimen kloonin tekemisessä meni aikaa 3 minuuttia/palvelin. Neljän kiinteistövalvomonpalvelimen käyttöjärjestelmän asentamiseen meni yhteensä aikaa 35 minuuttia.

Tällä testillä saatiin tietoon virtuaalipalvelimien tekemiseen kuluva aika. Kiinteistövalvomon sovellusten asennuksesta virtuaalipalvelimiin pyydettiin sovellustoimittajilta arvioitu asennusaika ja kustannus. Hintatietojen perusteella saatiin yhteenveto vaihtoehto kahden kokonaiskustannuksista.

8.2.3 Vaihtoehto 3:n toteutus

Kolmannessa vaihtoehdossa tutustuttiin Honeywell yhtiön CentraLine tuotteeseen, koska Honeywell yhtiö on yksi maailman johtavimpia automaatiotuotteiden sekä sovellusten valmistajia. Honeywell CentraLine tuote on mahdollista integroida saumattomasti muihinkin järjestelmiin kuin automaatiolaitteisiin kuten esimerkiksi: valaistus, kulunvalvonta ja hälytys järjestelmiin. Honeywell CentraLine järjestelmässä on tuki lähes jokaisen eri automaatiotoimittajan automaatiolaitteisiin. CentraLine ohjelmaan saadaan liitettyä kaikkien toimittajien automaatiolaitteet, mutta tietyissä tapauksissa se vaatii erillisen adapterin hankkimisen/asentamisen kyseiseen järjestelmään. (Alanen 2015.) Näiden adapterien kustannusta ei laskettu, koska opinnäytetyössä keskitytään vain automaatiopalvelimien virtuaalisoinnista tuleviin kustannuksiin.

Vaihtoehto kolmen toiminnan toteutus tehtiin luomalla Windows 7 64-bit virtuaalipalvelin Oraclen VirtualBox ohjelmaan. Toteutus tehtiin aika samalla tavalla kuin vaihtoehto kahdessa, mutta tässä tapauksessa tehdään vain yksi virtuaalipalvelin. Vaihtoehto kolmessa asennettiin Honeywell automaatio-sovelluksen demoversio. Tähän kului aikaa 20 min. Honeywell ohjelman asetuksia ei päästy tekemään, koska järjestelmää ei saatu liitettyä olemassa olevaan automaatiojärjestelmään. Suurin työ ohjelman asennuksen jälkeen onkin automaatiolaitteiden konfigurointi uuteen järjestelmään.

8.2.4 Kustannukset

Järvenpään kaupunki käyttää ICT palveluihin Keski-Uudenmaan informaatioteknologia Oy:tä eli KUUMA-ICT (ent. TIPAKE). KUUMA-ICT on kuntien omistaman osakeyhtiö. KUUMA-ICT toimii

ICT-palveluiden toimittajana sopimuskunnille palvelusopimuksen mukaan ja se tuottaa ja järjestää osakaskuntien käyttöön erilaisia ICT-palveluita. Kustannukset on laskettu Järvenpään kaupungin KUUMA-ICT kanssa tekemän sopimuksen mukaisesti. KUUMA-ICT:n palvelusopimuksen mukaan virtuaalipalvelimen vuosimaksu sisältää käyttöjärjestelmän lisenssit, asennukset, varmistukset, tietoliikenne avaukset yms. KUUMA-ICT asiantuntijapalvelun minimiveloitus aika on yksi tunti.

Automaatiotoimittajalta saatiin tuntiveloitushinta sekä sovellusten lisenssien hinnat. Lasketut kustannukset ovat suuntaa antavia, koska asennukseen menevät ajat ovat automaatiotoimittajien arvioita. Osalta automaatiotoimittajista ei saatu tuntiarviota asennuksesta. Näin ollen laskenta tehtiin muilta saatujen arvioiden mukaan.

Vaihtoehto 1:n kustannukset koostuvat virtuaalipalvelimen käyttöjärjestelmän ja palvelimen ylläpidon vuosimaksusta, automaatiotoimittajan sovelluksen konfiguroinnista sekä olemassa olevien automaatiopalvelimien virtuaalisoinnista KUUMA-ICT:n toimesta. Koska ensimmäisessä vaihtoehdossa siirretään olemassa olevat järjestelmät virtuaaliseksi niin erillisiä käyttöjärjestelmän tai sovelluksen lisenssejä ei tarvitse hankkia. Automaatiotoimittajan mukaan virtuaalisoinnin mukana voi tulla ongelmia lisenssin kanssa, joka voi olla sidottu fyysisen koneen verkkokortin MAC osoitteeseen sekä jatkohälytysten määrittämisestä COM / GSM modeemeille (Saviranta 2015). Tähän kannattaa varata automaatiotoimittajalta sekä KUUMA-ICT:ltä vähintään kaksi työpäivää asennusaikaa eli molemmilta yhteensä 32 tunnin työ määrää. Lisäksi KUUMA-ICT:ltä on varattava aikaa palvelimien virtuaalisointiin 16 tunnin työ määrää.

Vaihtoehto 2:n kustannukset koostuvat neljän virtuaalipalvelimen käyttöjärjestelmän ja palvelimien ylläpidon vuosimaksusta, neljän eri automaatiotoimittajan sovelluksen uudelleen asennuksesta sekä automaatiotoimittajien sovellusten konfiguroinnista. Automaatiotoimittajalta saatujen tietojen mukaan yhden automaatio järjestelmän asennuksessa ja konfiguroinnissa menee aikaa n. 3 työpäivää eli 24 tuntia (Saviranta 2015). Näin ollen 4 eri järjestelmän asennuksessa menee yhteensä 96 tuntia.

Vaihtoehto 3:n kustannukset koostuvat virtuaalipalvelimen käyttöjärjestelmän lisenssistä ja palvelimen ylläpidosta, automaatio sovelluksen lisenssistä sekä automaatiotoimittajan sovelluksen asennuksesta ja konfiguroinnista automaatiojärjestelmiin. Vaihtoehto 3:n automaatio sovelluksen lisenssimaksu pitää sisällään yhteensopivuuden lähes kaikkien eri valmistajien automaatiolaitteiden kanssa.

Yhteenvedossa eri vaihtoehtojen kustannuksissa havaitaan huomattavia eroja. Vaihtoehto 1:n kustannukset ovat pienimmät kun taas vaihtoehto 3 on kallein vaihtoehto. Osittain eron selit-

tää eri vaihtoehtojen virtuaalisointitavoista tulevat kustannukset sekä KUUMA-ICT ja automaatiotoimittajien eri vaihtoehtojen tuntimäärät. Iso kustannus tulee tietenkin myös vaihtoehto kolmen lisenssistä, joka kattaa tuen lähes kaikille automaatiojärjestelmille. Taulukossa 2 on tehty yhteenveto eri vaihtoehtojen kustannuksista.

Vaihtoehto 1 kustannukset	Tuntimäärä/kpl	Kustannus	Yhteensä
Virtuaalipalvelin + OS lisenssi (vuosi)	1	1 500,00 €	1 500,00 €
Kuuma-ICT kustannus	32	45,00 €	1 440,00 €
Automaatiotoimittaja	16	54,00 €	864,00 €
Automaatio-ohjelma + lisenssi	-	-	-
Kustannukset yhteensä			3 804,00 €
Vaihtoehto 2 kustannukset	Tuntimäärä/kpl	Kustannus	Yhteensä
Virtuaalipalvelin + OS lisenssi (vuosi)	4	1 500,00 €	6 000,00 €
Kuuma-ICT kustannus	1	45,00 €	45,00 €
Automaatiotoimittaja	100	54,00 €	5 400,00 €
Automaatio-ohjelma + lisenssi	-	-	-
Kustannukset yhteensä			11 445,00 €
Vaihtoehto 3 kustannukset	Tuntimäärä/kpl	Kustannus	Yhteensä
Virtuaalipalvelin + OS lisenssi (vuosi)	1	1 500,00 €	1 500,00 €
Kuuma-ICT kustannus	1	45,00 €	45,00 €
Automaatiotoimittaja	100	54,00 €	5 400,00 €
Automaatio-ohjelma + lisenssi	1	8 000,00 €	8 000,00 €
Kustannukset yhteensä			14 945,00 €

Taulukko 2. Yhteenveto eri vaihtoehtojen kustannuksista

8.3 Arviointi

Järvenpään kaupungin nykyisen neljän eri fyysisen palvelimen automaatiojärjestelmän vertaaminen tutkittuihin kolmeen eri virtuaalijärjestelmään tuo esille edun, joka virtuaalisoinnilla saadaan. Sen avulla palvelimet ja tilojen resurssit hyödynnetään paremmin, koska fyysisiä palveleimia ei enää ole. Virtuaalisoinnin etuina saadaan lisäksi palvelimien parempi vikasetoisuus sekä kustannuksien säästäminen. Nykyisten fyysisten palvelimien tilojen tietoturva, varmistus, sammutus ja jäähdytysjärjestelmät ovat puutteellisia. Viitaten teoriaosuudessa olevaan virtuaalisointiosioon ei nykyisten olemassa olevien fyysisten palvelimien uusiminen ole kustannustehokasta.

Tutkimuksen teoriaosuudessa olevassa tietoturva - ja etäyhteysosioissa käydään läpi tietoturvaan sekä etäyhteyteen liittyviä haasteita. Huomioiden nämä haasteet on virtuaalisoidulla järjestelmällä mahdollista toteuttaa toimintavarma järjestelmä, jossa pystytään hallitsemaan

järjestelmien tietoturvaa, varmistuksia sekä sijoittamaan järjestelmät kyseiseen tarkoitukseen tehtyihin tiloihin. Näin nykyisiin tiloihin tai järjestelmiin ei tarvitse tehdä muutoksia, joilla olemassa olevat ongelmat saataisiin korjattua.

8.4 Opitun tunnistaminen

Tutkitusta kolmesta virtuaalijärjestelmävaihtoehtoista jokainen vaihtoehto on mahdollista toteuttaa. Kustannustehokkain vaihtoehto on vaihtoehto yksi, jossa vain nykyiset palvelimet muutetaan virtuaalipalvelimiksi. Kyseinen vaihtoehto on minimissään mitä nykyiselle kiinteistöautomaatiovalvontajärjestelmälle pitäisi tehdä, jos halutaan päästä eroon nykyisistä fyysisistä palvelimista. Tällä vaihtoehdolla vältetään mahdollisten laiterikkojen aiheuttamat käytötkatkokset sekä nykyisen palvelintilan puutteellisten asioiden korjaamisen kustannukset. Vaihtoehto yhden ongelmaksi jää kuitenkin osassa automaatiojärjestelmissä olevien jo vanhentuneiden käyttöjärjestelmien tuki, jota ei enää ole saatavana. Näin järjestelmien tietoturvaa ei pystytä pitämään ajan tasalla.

Vaihtoehto kaksi on toiseksi edullisin vaihtoehto. Vaihtoehto kahden ongelma tulee olemaan neljän eri järjestelmän ylläpitäminen, sekä neljän järjestelmän ylläpito/käyttömaksut. Tämä tulee pitkällä aikavälillä kalliimmaksi kuin vaihtoehto yksi tai kolme.

Vaihtoehto kolme on tulevaisuuden kannaltaärkevin vaihtoehto, miten uutta automaatiojärjestelmää kannattaa lähteä kehittämään. Vaihtoehto kolme on hankintahinnaltaan kalliimpi kuin muut vaihtoehdot, mutta se helpottaa jatkossa uusien hankittavien järjestelmien liittämistä järjestelmään sen yhteensopivuuden vuoksi.

9 Yhteenveto ja johtopäätökset

Opinnäytetyön lähtökohtana oli selvittää Järvenpään kaupungin nykyisten automaatiojärjestelmien fyysisten palvelimien tilanne sekä vaihtoehdot niiden muuttamiseksi virtuaali-palvelimiksi. Tutkimuksessa onnistuttiin selvittämään kiinteistöautomaatiojärjestelmien nykytilanne tekemällä nykytilanteen kartoitus. Tutkimuksessa haastateltiin asiantuntija Timo Ritaria, jonka haastattelun perusteella tehtiin eri virtuaalisoinnin vaihtoehdoille testiympäristöt. Testiympäristön tulosten ja sovellustoimittajien tietojen perusteella pystyttiin laskemaan suuntaa antava arvio virtuaalisoinnin kustannuksista. Tutkimus tehtiin toimintatutkimuksena missä tutkija toimi ns. konsultin roolissa. Tutkimuksessa päädyttiin kolmeen mahdolliseen vaihtoehtoon, joista vaihtoehto 1 ja vaihtoehto 3 olivat suositeltavimmat vaihtoehdot. Konsultin roolissa toiminut tutkija näki omasta mielestään parhaaksi vaihtoehdoksi tulevaisuuden kehityksen kannalta vaihtoehto 3:n vaikka se olikin perustamiskustannuksiltaan kallein vaihtoehto.

Tutkimuksen validiteetti toteutui tutkimuksessa, koska tutkimuksella onnistuttiin selvittämään toimeksiantajan määrittelemä toimeksianto eli selvittää nykyinen automaatiopalvelimien tilanne ja niiden mahdolliset virtuaalisointimahdollisuudet. Tutkimuksen reliabiliteetti toteutui tutkimuksessa tehtyjen testiympäristöjen osalta. Nämä testiympäristöt on mahdollista luoda uudelleen ja siten päästä samoihin tuloksiin kuin tutkimuksessa. Kustannusarviossa reliabiliteettiä ei pystytty täysin toteamaan. Automaatiotoimittajilta saadut tuntimäärät asennuksista eivät olleet tarkkoja vaan arvioita. Siksi kustannukset ovatkin suuntaa antavia.

Tutkimusta vaikeutti Järvenpään kaupungin kiinteistöpalvelun muuttaminen Mestaritoiminnalle vuoden 2015 alussa ennen opinnäytetyön aloittamista. Muutos toi haasteita kiinteistöautomaatio-osuuden selvittämisessä, koska idean vetäjä Asla Mutsikka ei enää ollut Järvenpään kaupungin tai Mestaritoiminnan palveluksessa. Jos projektilla olisi ollut vetäjä Järvenpään kaupungin tai Mestaritoiminnan puolelta olisi kiinteistövalvonnan järjestelmien selvittäminen sovellustoimittajien puolelta ollut jouhevampaa. Nyt en monista yhteydenotoista huolimatta tavoittanut kaikkia sovellustoimittajia. Toiminnan toteutuksessa työasemien virtuaalisointi ja testilaboratorion luominen oli minulle ennestään tuttua pitkän työuran johdosta.

10 Jatkokehitysehdotukset

Jatkokehityksenä lähtisin selvittämään vaihtoehto 3:n toteuttamista ja sen tarkoin laskettuja kustannuksia ja lopullista toteuttamistapaa. Tämä vaatisi mahdolliselta toimeksiantajalta enemmän osallistumista sekä osaavan projektinvetäjän.

Tutkimuksessa voisi tutkia myös mahdollisen Kuuma kuntien yhteisen automaatiojärjestelmän kehittämistä vaihtoehto 3:n pohjalta. Tähän järjestelmään liitettäisiin useamman kunnan jo olemassa olevat automaatiojärjestelmät. Järjestelmässä pitäisi huomioida etäkäytön ja tietoturvan teoriaosuudessa käytyjä asioita. Keskitettyä automaatiojärjestelmää ylläpitäisi Kuuma kuntien omistamaan kiinteistövalvontayhtiö, joka tarjoaisi palveluitaan kunnille palvelusopimusten mukaan.

Lähteet

Kirjat

Aaltola, J. & Valli, R. 2010. Ikkunoita tutkimusmetodeihin 1. 3. uudistettu ja täydennetty painos. Juva: WS Bookwell Oy.

Heikkilä, T. 2004. Tilastollinen tutkimus. 5. uudistettu painos. Helsinki: Edita.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sarjavaara, P. 2001. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.

Kananen, J. 2008. Kvantti -Kvantitatiivinen tutkimus alusta loppuun. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.

Kananen, J. 2014. Toimintatutkimus kehittämistutkimuksen muotona. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Paasivaara, L. Suhonen, M. & Virtanen, P. 2011. Projektijohtaminen hyvinvointipalveluissa. Helsinki: Tietosanomat.

Suomäki, J. & Vepsäläinen, S. 2013. Talotekniikan automaatio. Käyttäjän opas. Kiinteistöalan Kustannus Oy.

Sähköiset lähteet

Converting 2011. Converting Windows 2000 with VMware Converter. Viitattu 11.11.2015.
<http://mbhtech.blogspot.fi/2011/01/converting-windows-2000-machine-has.html>

F5 2006. Impact of Web Services on the Network. Viitattu 7.12.2016.
<https://f5.com/resources/white-papers/impact-of-web-services-on-the-network>

Vahti 2012. Teknisen ICT-ympäristön tietoturvaso-ohje 3/2012. Viitattu 7.12.2016.
http://www.finlex.fi/data/normit/41656/ICT_taitto.pdf

Järvenpää 2017. Järvenpää lukuina. Viitattu 1.4.2017.
https://www.jarvenpaa.fi/--J%C3%A4rvenp%C3%A4%C3%A4_lukuina--/sivu.tmpl?sivu_id=386

Kiinteistöt 2017. Kaupungin kiinteistöt. Viitattu 15.1.2017.
https://www.jarvenpaa.fi/--Kaupungin_kiinteist%C3%B6t--/sivu.tmpl?sivu_id=5705

Kushner, D. 2013. The Real Story of Stuxnet. Viitattu 15.11.2015.
<http://spectrum.ieee.org/telecom/security/the-real-story-of-stuxnet>

KUUMA-ICT 2017. Toimiala ja omistus. Viitattu 1.4.2017.
http://www.kuumaict.fi/sivu.tmpl?sivu_id=2075

Pereira, E. 2012. Error: Oracle VirtualBox Cannot Start VHD Machine. Viitattu 11.11.2015.
<http://www.superedge.net/2012/10/error-vhd-with-vm-virtual-box.html>

Simula, T. 2009. Turvallista virtualisointia ainakin toistaiseksi. Viitattu 5.12.2016.
<https://www.nixu.com/fi/blogi/2009-04/turvallista-virtualisointia-%E2%80%93-ainakin-toistaiseksi>

Susman, G. & Evered, R. 1978. An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. Viitattu 25.9.2015.
https://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/INF9930/v12/undervisningsmateriale/Susman_Evered.pdf

Tosibox. 2015. Tosibox manual. Viitattu 7.12.2016.

https://www.tosibox.com/wp-content/uploads/2016/04/Tosibox_Lock_200_User_Manual_en.pdf

Martin, N. VHD vs. VHDX: Virtual disk format differences. Viitattu 15.10.2015.

<http://searchservvirtualization.techtarget.com/tip/VHD-vs-VHDX-Virtual-disk-format-differences>

Mestaritoiminta. 2015. Vuosikertomus 2015. Viitattu 4.3.2017.

http://www.mestaritoiminta.fi/wp-content/uploads/Mestaritoiminta_vuosikertomus_2015.pdf

Microsoft 2017. Troubleshoot blue screen errors. Viitattu 11.11.2015.

<https://support.microsoft.com/en-us/help/14238/windows-10-troubleshoot-blue-screen-errors>

Miessler, D. 2015. A Shodan Tutorial and Primer. Viitattu 15.11.2015.

<https://danielmiessler.com/study/shodan/#gs.HDF6l7I>

Nha, L. 2012 VMware ESX server architecture. Viitattu 1.10.2015.

<https://lelunha.wordpress.com/2012/07/19/140/>

Vahti 2013. Henkilöstön tietoturvaohje. Viitattu 5.12.2016.

https://www.vahtiohje.fi/c/document_library/get_file?uuid=4e21a518-82ff-4dfe-b725-efcb6f97126d&groupId=10229

Virtualbox 2015. Virtualbox manual. Viitattu 11.11.2015.

<https://www.virtualbox.org/manual/ch01.html>

Wallen, J. 2013. 10 benefits of virtualization in the data center. Viitattu 1.10.2015.

<http://www.techrepublic.com/blog/10-things/10-benefits-of-virtualization-in-the-data-center/>

Julkaisemattomat lähteet

Mustikka, A. 2014. Kiinteistöasiantuntijan haastattelu 12.5.2014. Järvenpään kaupunki. Järvenpää.

Ritari, T. 2015. ICT-asiantuntijan haastattelu 20.9.2015. KUUMA-ICT. Kerava.

Alanen, J. 2015. Technical Support Specialist haastattelu 20.11.2015. Honeywell. Järvenpää.

Saviranta, K. 2015. Automaatioasiantuntijan haastattelu 24.11.2015. Mik-Automaatio Oy. Järvenpää.

Kuviot

Kuvio 1. Virtuaalisoinnin periaate. (Nha 2012)	10
Kuvio 2. Toimintatutkimuksen kehityssykli.....	14
Kuvio 3. Kiinteistöautomaatiopalvelimien lähtötilanne.....	16
Kuvio 4. Vaihtoehto 1:n virtuaalijärjestelmä.....	18
Kuvio 5. Vaihtoehto 2:n virtuaalijärjestelmä.....	19
Kuvio 6. Vaihtoehto 3:n virtuaalijärjestelmä.....	19
Kuvio 7. Disk2vhd ohjelman asetukset.....	20
Kuvio 8. Oracle VM VirtualBox IDE asetukset.....	21

Taulukot

Taulukko 1. Alkukartoitus	17
Taulukko 2. Yhteenveto eri vaihtoehtojen kustannuksista	24